

7. Лукьянова Е.В. Прогнозирование и поиски золотого оруденения в черносланцевых толщах Западной Калбы на основе изучения типоморфных особенностей пирита и арсенопирита: дис. ... канд. геол.-мин. наук. — Томск, 2000. — 169 с.
8. Булытников А.Я. Золоторудные формации и золотосысы провинции Алтае-Саянской горной системы // Труды Томского государственного университета. — 1948. — Т. 102. — 299 с.
9. Коробейников А.Ф., Нарсеев В.А., Пшеничкин А.Я., Ревякин П.С. Пириты золоторудных месторождений (свойства, зональность, практическое применение). — М.: ЦНИГРИ, 1993. — 213 с.
10. Фаворов В.А., Красников В.И., Сычугов В.С. Некоторые факторы определяющие изменчивость полупроводниковых свойств пирита и арсенопирита // Известия АН СССР. Сер. геол. — 1972. — № 11. — С. 72–84.
11. Пшеничкин А.Я., Коробейников А.Ф., Мащюшевский А.В. Особенности кристалломорфологии и термоэлектрических свойств пиритов // Известия Томского политехнического института. — 1976. — Т. 264. — С. 82–84.

Поступила 12.05.2010 г.

УДК 550.834.05(571.56)

## ПРИМЕНЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНВЕРСИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИГЕННОГО ВЕНДА В ПРЕДЕЛАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МИРНИНСКОГО ВЫСТУПА (НЕПСКО-БОТУОБИНСКАЯ АНТЕКЛИЗА)

О.О. Абросимова, С.И. Кулагин, И.М. Кос\*

ОАО «Сибнефтегеофизика», г. Новосибирск

\*ОАО «Сургутнефтегаз», г. Сургут

E-mail: abrosimova@sibngf.ru

Рассматриваются отложения терригенного комплекса, относящиеся к курсовской свите (нижний венд) и нижнебюкской подсвите (верхний венд). В составе нижнебюкской подсвиты выделяется ботубобинский горизонт (пласт В<sub>3</sub>), который является одним из основных объектов нефтегазопроисковых работ на Мирнинском выступе Непско-Ботубобинской антеклизы. Использование результатов сейсмической инверсии позволило закартировать зоны выклинивания отложений продуктивного пласта В<sub>3</sub>. В результате уточнения геологического строения района работ стало возможным выделение ловушек углеводородов.

### Ключевые слова:

Сейсморазведка, импеданс, курсовская свита, ботубобинский горизонт, ловушка углеводородов.

### Key words:

Seismic exploration, P-Impedance, Kursovsky Formation, Botuoba Horizon, hydrocarbon trap.

### Введение

В современном тектоническом плане исследуемый район расположен в пределах восточного склона Мирнинского выступа Непско-Ботубобинской антеклизы (рис. 1).

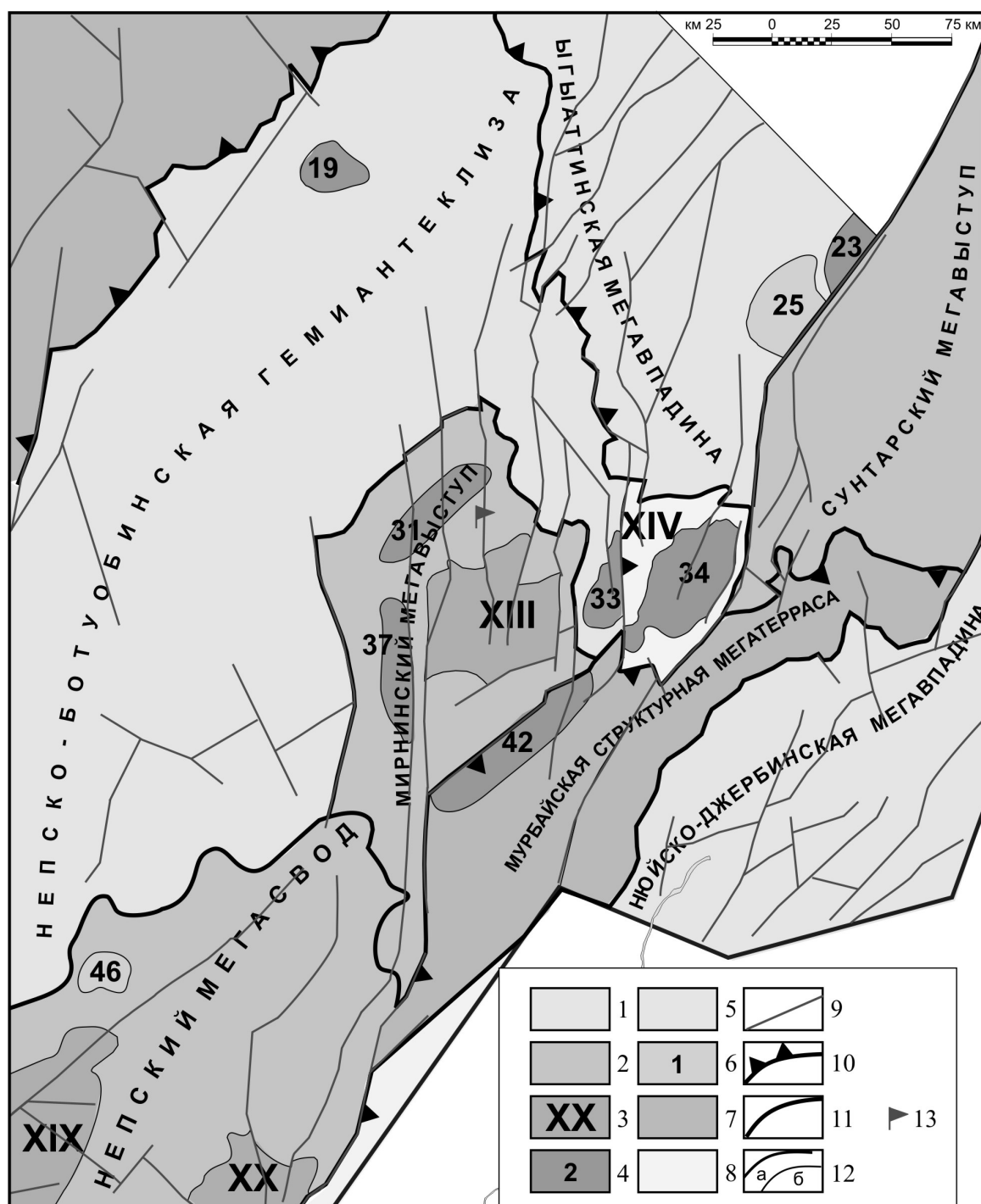
Подсолевые венд-нижнекембрийские отложения Непско-Ботубобинской антеклизы включают в себя карбонатный и терригенный комплексы, в составе которых выделяются и прослеживаются на больших территориях продуктивные горизонты [1]. В пределах рассматриваемой территории повсеместно выделяется толща пород, относящаяся к курсовской свите ранневендского возраста, представленная переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Завершает разрез пачка аргиллитов, мощность которой изменяется от 10 до 40 м. На ней со стратиграфическим несогласием залегают отложения нижнебюкской подсвиты поздневендского возраста, в составе которой выделяется ботубобинский горизонт (индексируемый как пласт В<sub>3</sub>). Толщина пласта составляет от 0 до 10 м, а эффективная мощность достигает до 9 м. Коэффициент пористости варьирует от 3 до 21 %. Согласно работе [2] на время формирования отложений, относимых к кур-

совской свите и нижнебюкской подсвите, территория Непско-Ботубобинской антеклизы представляла собой обширную прибрежную аккумулятивную равнину, периодически затопляемую морем.

### Материалы и метод

К кровле терригенного комплекса приурочен основной сейсмический отражающий горизонт, который индексируется как КВ. В зоне выклинивания нижнебюкской подсвиты на породах, относимых к курсовской свите, залегают глинисто-сульфатно-карбонатные отложения верхнебюкской подсвиты. В результате бурения установлено, что отложения пласта В<sub>3</sub> на большей части рассматриваемой территории отсутствуют.

В пределах Непско-Ботубобинской антеклизы уже выявлен ряд месторождений с терригенным типом коллектора и карбонатным или сульфатно-карбонатным типом флюидоупоров. В связи с широким развитием стратиграфических несогласий, литологических замещений и разрывных нарушений морфогенетические формы ловушек существенно разнятся [2, 3]. Изучаемая территория расположена вблизи Тас-Юряхского нефтегазового



**Рис. 1.** Фрагмент тектонической карты венд-силурийского структурного яруса Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции Сибирской платформы (под ред. А.Э. Конторовича, 2006 г.)

Условные обозначения. Структуры положительные: 1 – надпорядковые, 2 – I порядка, 3 – II порядка, 4 – III порядка; отрицательные: 5 – I порядка, 6 – III порядка; промежуточные: 7 – террасы, 8 – седловины; 9 – разломы; границы структур: 10 – надпорядковых, 11 – I порядка, 12 – II порядка (а), III порядка (б); 13 – площадь исследования.

Структуры II порядка: XIII – Тас-Юряхский выступ, XIV – Вилючанская седловина, XIX – Верхнечонский выступ, XX – Пеледуйский выступ.

Структуры III порядка: 19 – Эрбуканское куполовидное поднятие, 23 – Шеинское куполовидное поднятие, 25 – Приразломная-1 депрессия, 31 – Мирнинско-Нелбинское валообразное поднятие, 33 – Иктехское валообразное поднятие, 34 – Верхневилучанское куполовидное поднятие, 37 – Среднеботубинское валообразное поднятие, 42 – Хогото-Мурбайское валообразное поднятие, 46 – Северо-Тымпучиканская котловина.

месторождения. Залежь, приуроченная к пласту  $B_5$ , пластовая, сводовая, осложненная тектоническими нарушениями. Задачей выполненной работы являлось – картирование зоны выклинивания отложений пласта  $B_5$  в связи с возможностью выявления ловушек углеводородов, имеющих литологическое ограничение. Исследования проводились на основе использования результатов сейсморазведки повышенной кратности.

В последние несколько лет активно разрабатываются и применяются технологии сейсмической инверсии, при которой происходит прямой пересчет тонкослоистой скоростной модели в куб импеданса, который может быть использован для прогноза параметров продуктивных пластов. В настоящей работе использованы результаты расчета значений импеданса, выполненного в пакете программ компании *Hampson-Russell Software Services Ltd* [4, 5].

На первом этапе сейсмической инверсии на основе данных акустического и плотностного каротажа создается толстослоистая сейсмогеологическая модель резервуара и вмещающей толщи, которая затем уточняется и интерполируется между скважинами на основе данных сейсморазведки. Этот этап, называемый созданием фоновой скоростной модели, контролируется результатами сейсмического моделирования. На основе фоновой модели и сейсмических данных делается пересчет сейсмических записей, цель которого – перевести их волновое представление в волновое сопротивление (акустический импеданс), характерный для геологических разрезов и пригодный для анализа пластовых параметров. При проведении данных исследований средний коэффициент корреляции между синтетическими и исходными сейсмическими трассами в области обучающих скважин составил 0,94, коэффициент корреляции прогнозного и реального импеданса в среднем составил 0,89.

Материалы бурения свидетельствует о том, что верхняя часть терригенного комплекса в рассматриваемом районе представлена или преимущественно песчаными отложениями ботубинского горизонта или преимущественно глинистыми курсовской свиты. Вблизи линии выклинивания отложения нижебюкской подсвиты состоят из практически непроницаемых мелкозернистых песчаников и аргиллитов. В связи с отсутствием для изучаемой площади данных по физическим свойствам пород, полученных по керновому материалу, для получения граничного значения импеданса, характеризующего отложения пласта  $B_5$  и курсовской свиты, использовались данные по каротажным диаграммам методов акустического каротажа и гамма-гамма каротажа плотностного по скважинам, расположенным в пределах рассматриваемой территории (рис. 2).

Среднее значение, равное  $1,24 \cdot 10^4$  (м/с)·(г/см<sup>3</sup>), импеданса песчаника ботубинского горизонта было условно принято за граничное значение, ниже которого песчаная часть ботубинского горизонта выклинивается.

На рис. 3 представлен фрагмент палеоразреза импеданса, на котором показаны участки значений, отвечающие песчаникам и аргиллитам.

#### Результаты работ

На рис. 4 приведено положение линии выклинивания отложений ботубинского горизонта, которое было условно установлено до настоящих работ методом интерполяции по данным бурения. В результате исследований было установлено, что площадь развития ботубинского горизонта значительно больше, чем считалось ранее (рис. 3). Линия выклинивания пласта  $B_5$  имеет сложную конфигурацию, возможно отвечающую положению границы пляжево-отмельной зоны.

Анализ карты развития ботубинского горизонта на рассматриваемой территории позволяет в зо-

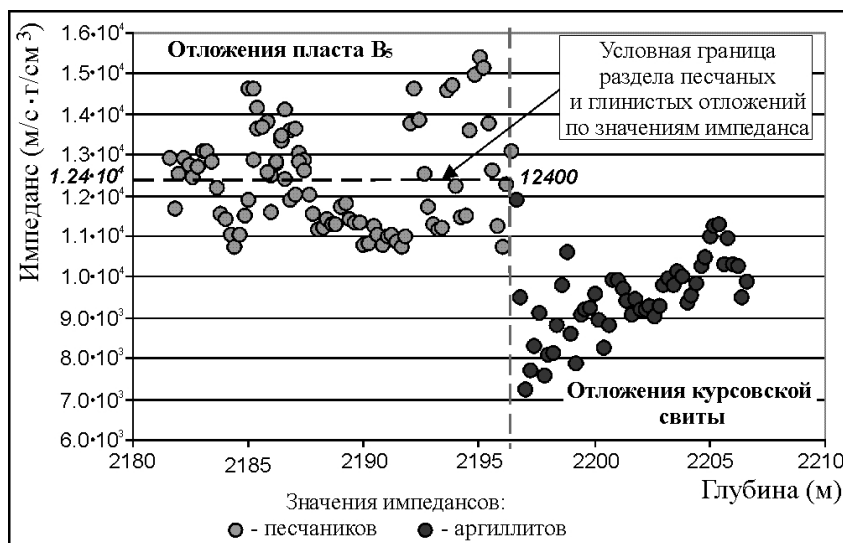


Рис. 2. Разделение песчаных и глинистых отложений нижебюкской подсвиты и курсовской свиты по значениям импеданса

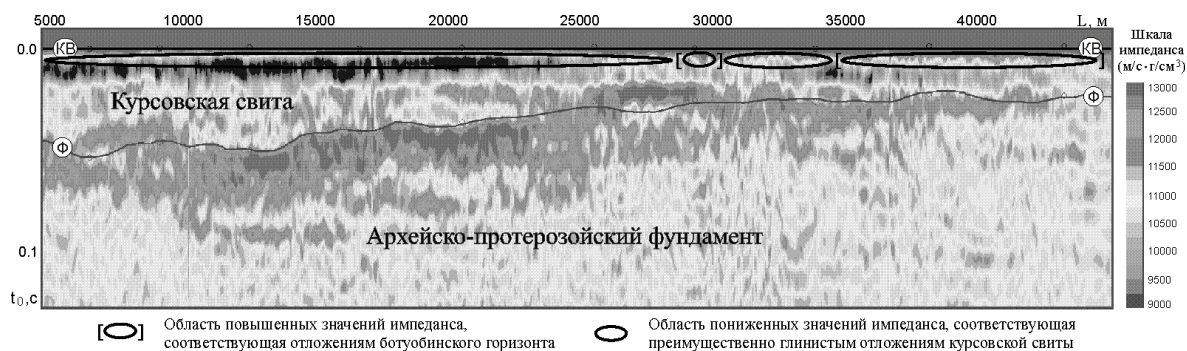


Рис. 3. Фрагмент палеоразреза импеданса

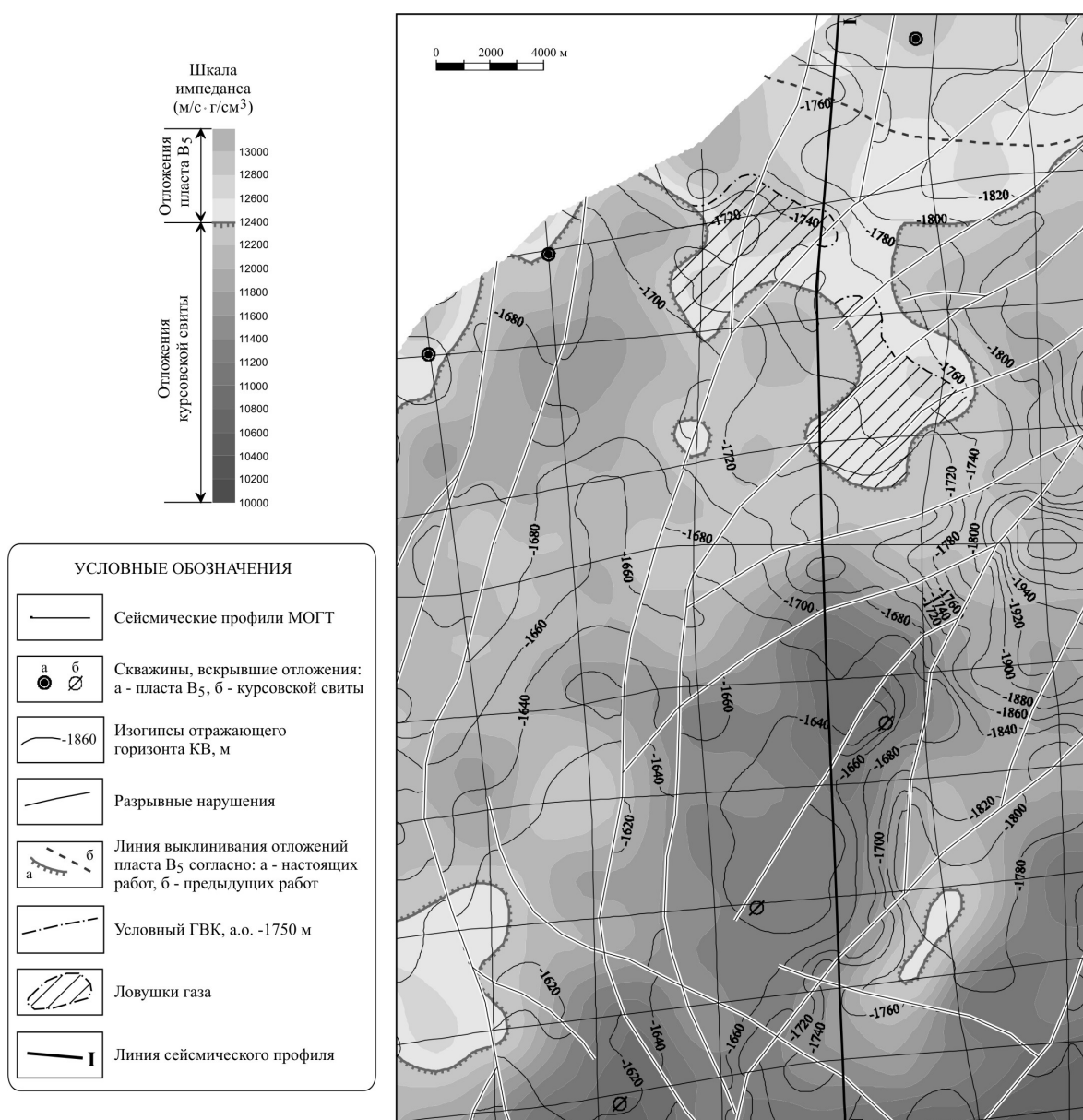


Рис. 4. Карта прогноза развития отложений ботубинского горизонта (пласт B<sub>5</sub>)



не его выклинивания оконтурить две ловушки (рис. 3). В качестве условного газо-водяного контакта была принята изолиния на абсолютной отметке –1750 м, как последняя замыкающая в пределах рассматриваемой территории. Ловушки имеют сложное ограничение – литологическими и тектоническими экранами.

#### Выводы

1. Для решения задачи прогнозирования распространения литологических разностей при изучении строения терригенного комплекса венда в пределах Мирнинского выступа использована

инверсия сейсмических данных и материалы бурения.

2. Получены новые данные о распределении отложений ботубинского горизонта, свидетельствующие о том, что площадь его развития может быть более значительной, чем это предполагалось ранее. В зоне его выклинивания выделяются перспективные объекты для поисков углеводородов.
3. На основании предложенного подхода при изучении сопредельных территорий также возможно уточнение положения линии выклинивания песчаных отложений ботубинского горизонта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников Н.В., Якшин М.С., Шишкин Б.Б. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2005. – 428 с.
2. Анциферов А.С., Бакин В.Н., Воробьев В.Н. и др. Непско-Ботубинская антеклиз – новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР. – Новосибирск: Наука, 1986. – 246 с.
3. Шемин Г.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской плат-

формы (Непско-Ботубинская, Байкитская антеклизы и Канганская седловина). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 467 с.

4. Russell B., et al. Multiattribute seismic analysis // The Leading Edge. – 1997. – V. 5. – № 9. – P. 1439–1443.
5. Hampson D.P., et al. Use of multiattribute transforms to predict log properties from seismic data // Geophysics. – 2001. – V. 66. – № 1. – P. 220–236.

Поступила 20.01.2010 г.

УДК 550.834

## ИМПУЛЬСНО-ВИБРАЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК СЕЙСМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

К.А. Кувшинов, Б.Б. Мойзес, П.Я. Крауиньш

Томский политехнический университет

E-mail: peterkrau@tpu.ru

*Показана возможность создания наземного мобильного источника сейсмических сигналов для геофизической разведки геологических сред с плавной огибающей амплитуды воздействия. От известных вибрационных источников предлагаемое устройство отличается системой прижима опорной плиты к грунту во время возбуждения сигнала. Замена стационарного пригруза на прижим импульсом силы позволяет повысить динамическое воздействие на грунт при одинаковых массогабаритных показателях.*

#### Ключевые слова:

Сейсмическая разведка, источники сейсмических сигналов, вертикальная поляризация волн, зондирующий сигнал.

#### Key words:

Seismic prospecting, seismic source, vertical polarization of waves, probing signal.

Вибрационные и ударные механизмы нашли широкое применение в различных сферах жизнедеятельности, одна из них – сейсмическая разведка геологических сред. Сейсморазведка основана на возбуждении и последующей передаче Земле усилия (зондирующего сигнала), в виде колебаний либо в виде отдельных импульсов. Точность определения границ раздела пластов на сейсмическом разрезе зависит от технических характеристик применяемых устройств и от параметров возбуждаемого ими сигнала.

Ударные механизмы, в которых сигнал представляет собой импульс либо серию импульсов, отли-

чаются малым по сравнению с вибрационными весом. Импульсное формирование опорных сигналов характеризуется слабой информативностью, т. е. плохим выделением отдельных импульсов на виброграмме, на которой кроме полезных импульсов могут быть зафиксированы воздействия от посторонних устройств, вырабатывающих подобные импульсы, а постоянное уплотнение грунта в точке возбуждения приводит к плохой стабильности процесса возбуждения.

Вибрационные механизмы имеют хорошую информативность возбуждаемого сигнала и высокую стабильность процесса возбуждения колебаний,